

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE · CHAPITRE 1



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Transformations acide-base

Couples acide-base, demi-équations, transfert d'ion H^+ , espèces amphotères

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Les quatre exercices sont indépendants. Toute réponse doit être justifiée ; les équations sont ajustées et les états physiques précisés ; les résultats numériques sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs.

Formulaire : couples de l'eau H_3O^+/H_2O et H_2O/HO^- • couples de l'acide carbonique $CO_2, H_2O/HCO_3^-$ et HCO_3^-/CO_3^{2-} .

Exercice 1 Questions de cours

5 pts ●○○

- 1.1** Définir un acide et une base au sens de Brønsted, puis écrire la demi-équation acide-base générale d'un couple AH/A^- .
- 1.2** Écrire la demi-équation acide-base de chacun des couples suivants.
a) HNO_2/NO_2^- b) $CH_3CH_2NH_3^+/CH_3CH_2NH_2$ c) H_2S/HS^-
- 1.3** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
a) L'acide conjugué de l'ion carbonate CO_3^{2-} est :
a) ☐ CO_2 b) ☐ HCO_3^- c) ☐ $H_2CO_3^{2-}$ d) ☐ CO_3^-
b) Une espèce amphotère est une espèce qui :
a) ☐ réagit avec l'eau b) ☐ possède un doublet non liant
c) ☐ est l'acide d'un couple et la base d'un autre d) ☐ cède deux ions H^+
c) Dans la réaction $CH_3COOH(aq) + NH_3(aq) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq)$:
a) ☐ l'ammoniac cède un ion H^+ b) ☐ l'ion éthanoate capte un ion H^+
c) ☐ il y a transfert d'un électron d) ☐ l'acide éthanoïque cède un ion H^+
- 1.4** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
a) Dans une réaction acide-base, l'ion H^+ existe librement en solution aqueuse.
b) L'atome d'azote d'une amine peut capter un ion H^+ grâce à son doublet non liant.
c) L'eau ne peut se comporter que comme une base.

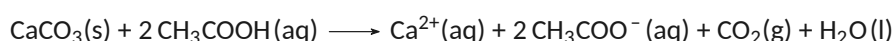
Exercice 2 Une coquille d'œuf dans le vinaigre

6 pts ●●○

Une coquille d'œuf, assimilée à $m = 2,50$ g de carbonate de calcium $CaCO_3(s)$ pur, est plongée dans $V = 100$ mL de vinaigre, assimilé à une solution d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration $c = 0,80$ mol·L $^{-1}$. Une effervescence apparaît et la coquille disparaît entièrement ; la transformation est totale.

■ DONNÉES M en g·mol $^{-1}$: $M(C) = 12,0$ • $M(O) = 16,0$ • $M(Ca) = 40,1$ • $V_m = 24,0$ L·mol $^{-1}$

- 2.1** Identifier les couples acide-base mis en jeu et écrire les demi-équations correspondantes (l'ion carbonate capte successivement deux ions H^+). En déduire que l'équation de la réaction s'écrit :



- 2.2 Calculer les quantités de matière initiales de carbonate de calcium et d'acide éthanóïque.
- 2.3 Recopier et compléter le tableau d'avancement ci-dessous, puis déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant. Ce résultat est-il cohérent avec l'observation ?

Équation		CaCO ₃	2 CH ₃ COOH	Ca ²⁺	2 CH ₃ COO ⁻	CO ₂	H ₂ O
État	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)					
initial	$x = 0$						solvant
en cours	x						solvant
final	$x = x_{\max}$						solvant

- 2.4 Calculer le volume de dioxyde de carbone dégagé, puis la quantité d'acide éthanóïque restant en fin de transformation.
- 2.5 Citer deux observations expérimentales qui montrent qu'un transfert d'ion H⁺ a eu lieu.
- 2.6 Quelle masse maximale de coquille ce volume de vinaigre aurait-il pu dissoudre ?

Exercice 3 L'acide butanoïque du beurre rance

5 pts ●●○

L'odeur désagréable du beurre rance est due à l'acide butanoïque, de formule brute C₄H₈O₂. On dispose d'une solution aqueuse contenant $m = 0,88$ g d'acide butanoïque dans $V = 250$ mL de solution.

■ DONNÉES M en g·mol⁻¹ : $M(\text{H}) = 1,0$ • $M(\text{C}) = 12,0$ • $M(\text{O}) = 16,0$

- 3.1 Donner la formule semi-développée de l'acide butanoïque et entourer son groupe caractéristique. À quelle famille appartient-il ?
- 3.2 Représenter le schéma de Lewis de l'ion butanoate, en précisant le nombre de doublets non liants portés par les deux atomes d'oxygène.
- 3.3 Écrire la demi-équation acide-base du couple acide butanoïque / ion butanoate, puis l'équation de la réaction entre l'acide butanoïque et l'eau.
- 3.4 Calculer la masse molaire de l'acide butanoïque, puis la concentration en quantité de matière de la solution.
- 3.5 On ajoute à cette solution une solution d'hydroxyde de sodium (Na⁺ + HO⁻). Écrire l'équation de la réaction et calculer la quantité minimale d'ions hydroxyde nécessaire pour faire réagir tout l'acide butanoïque.

Exercice 4 Une eau de source pétillante

4 pts ●●○

L'étiquette d'une eau de source pétillante donne l'analyse suivante, en milligrammes par litre.

ion	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
teneur (mg·L ⁻¹)	78	24	5,0	366	10	4,5

■ DONNÉES M en g·mol⁻¹ : $M(\text{H}) = 1,0$ • $M(\text{C}) = 12,0$ • $M(\text{O}) = 16,0$ • $V_m = 24,0$ L·mol⁻¹

- 4.1 Calculer la masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate, puis la concentration en quantité de matière de cet ion, en mol·L⁻¹. En déduire la masse d'ions hydrogénocarbonate contenue dans une bouteille de 1,5 L.
- 4.2 Montrer, à l'aide des deux couples de l'acide carbonique, que l'ion hydrogénocarbonate est une espèce amphotère.
- 4.3 On ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique (H₃O⁺ + Cl⁻) à un verre de cette eau : une effervescence apparaît. Écrire l'équation de la réaction et identifier le gaz formé.
- 4.4 Calculer le volume maximal de ce gaz que la réaction de la question 4.3 pourrait produire à partir des ions hydrogénocarbonate de la bouteille entière, l'acide étant en excès.